



# KARTINGKULJETTAJAN FYSIOLOGISET LAJIOMINAISUUDET

Lajiominaisuuksien kehittäminen ja testaaminen

Pietikäinen Rosa

Opinnäytetyö  
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala  
Liikunta ja vapaa-aika  
Liikunnanohjaaja (AMK)

2018

Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala  
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutus  
Liikunnanohjaaja (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Rosa Pietikäinen	<b>Vuosi</b>	2018
<b>Ohjaaja</b>	Heikki Hannola		
<b>Toimeksiantaja</b>	Santa Claus Karting		
<b>Työn nimi</b>	Kartingkuljettajan fysiologiset lajiominaisuudet		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	36		

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kartingin vaatimuksista johtuvat fysiologiset ominaisuudet, joita kartingkuljettaja tarvitsee optimaaliseen ajosuoritukseen. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, kuinka lajiominaisuuksia kehitetään. Tavoitteena oli muodostaa valmennuksen tueksi kokonaisvaltainen kuva kartingkuljettajan tarvitsemista fysiologisista ominaisuuksista.

Liikunta-alalla tämä on melko vieras aihe. Autourheilun kasvavassa maassa tutkimus on uutuusarvoltaan merkittävä. Vain murto-osa tietää, kuinka fyysisesti raskaasta urheilulajista on kyse.

Tutkimusmenetelmänä oli systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Tarkoituksena oli koota näyttöön perustuvaa tietoa, mutta tästä aiheesta ei ole löydettävissä paljoa julkista tietoa. Aineistoa täydennettiin haastattelemalla lajin huippufysiikka-valmentajia, kuten Salmelaa ja Pärämäkoskea.

Tutkimuksesta selvisi kartingkuljettajien tarvitsevan liki samanlaista aerobista kuntoa ja fysiikkaa kuin muidenkin lajien huippu-urheilijoiden. Fysiologiset lajiominaisuudet korostuvat kuljettajan edetessä autoluokissa. Lajiominaisuuksien kehittäminen jäi odotettua suppeammaksi. Pääsyyt tähän olivat kuljettajien yksilölliset erot, kehityksen kohteet ja ammattisalaisuudet.

**Avainsanat** fysiologiset lajiominaisuudet, fysiologisten lajiominaisuuksien kehittäminen, fysiologisten lajiominaisuuksien testaaminen, karting, kuormittavat tekijät autourheilussa, moottoriurheilu

School of Social Services, Health  
and Sports  
Degree Programme in Sports and  
Leisure Management  
Bachelor of Sports Studies

---

<b>Author</b>	Rosa Pietikäinen	<b>Year</b>	2018
<b>Supervisor</b>	Heikki Hannola		
<b>Commissioned by</b>	Santa Claus Karting		
<b>Subject of thesis</b>	Physiological characteristics of karting driver		
<b>Number of pages</b>	36		

---

In this thesis the purpose of the study was to investigate physiological characteristics requirements the karting driver needs for optimal driving performance. In addition, the purpose was to determine how kart characteristics are developed. In addition, the aim was to describe how to develop the necessary characteristics of motor sport.

In the field of sports, this topic is still somewhat less studied. However, in the growing country of motorsports, the research has significant novelty value. Only a few people know how physically demanding the sport is all about.

The research method was a systematic literature review. The purpose was to obtain research-based information but there was not much public information available about the topic. The data were complemented by interviewing the top physics coaches, such as Salmela and Pärämäkoski.

Based on the findings, it can be concluded that karting drivers need almost similar aerobic fitness and physiological characteristics than top-athletes in many other sports. The physiological sport-specific characteristics become more and more emphasized as the driver progresses to higher car classes. The development of characteristics of motorsport remained unconfirmed. Likely, the main reasons for this are drivers' individual differences and needs for development as well as professional secrecy.

Key words

physiological characteristics, physiological characteristics of the development, testing physiological characteristics, stress factors of auto sport, motor sport

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TUTKIMUSMENETELMÄ JA PROSESSIKUVAUS .....	7
2.1	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus .....	7
2.1.1	Aineistonkeruu.....	8
2.1.2	Haastattelut .....	9
2.1.3	Ongelmat.....	11
2.2	Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus .....	11
2.2.1	Prosessi ja muutokset .....	12
3	MOOTTORIURHEILU .....	13
3.1	Moottoriurheilu suomessa .....	14
3.2	Karting historia.....	14
3.3	Esittelyssä karting autourheilu .....	15
4	KUORMITUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT AUTOURHEILUSSA .....	17
4.1	Ajotilanteeseen vaikuttavat tekijät .....	17
4.2	Psyykinen kuormitus .....	17
4.3	Kehonlämpötila .....	18
4.4	Syke.....	19
4.5	G-voimat .....	19
5	LAJIOMINAISUUDET JA NIIDEN KEHITTÄMINEN .....	21
5.1	Lihaskestävyys.....	21
5.1.1	Lihaskestävyyden kehittäminen.....	21
5.2	Kestävyyskunto.....	22
5.2.1	Kestävyyskunnan kehittäminen .....	22
6	FYYSISTEN OMINAISUUKSIEEN TESTAAMINEN .....	24
6.1	Testaamisen tarkoitus.....	24
6.2	Antropometria .....	25
6.3	AKK:n lihaskuntotestit .....	26
6.4	Maksimaalinen hapenottokyky (Vo2max) .....	27
6.5	Palautumisen seuranta .....	28
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA OPPIMINEN .....	29

7.1	Johtopäätökset.....	29
7.2	Tutkimuksen hyödynnettävyys.....	30
7.3	Oppiminen ja tavoitteen saavuttaminen .....	31
LÄHTEET .....		34

## 1 JOHDANTO

Tutkimus kertoo karting urheilusta ja kuljettajien tarvitsemasta fyysisestä kun-  
nosta, mikä on rinnastettavissa moneen muuhun huippu-urheilulajiin. Menesty-  
minen tässä vauhdikkaassa lajissa ei onnistu ainoastaan rattia kääntämällä ja  
autossa istumalla. Fysiologiset ominaisuudet, kuten aerobinen kunto ja riittävä  
fysiikka ovat nousseet merkittäviksi tekijöiksi lajin parissa.

Tämä on tärkeä tietopankki toimeksiantajalle, jonka kautta tieto kulkeutuu lajin  
harrastajille ja etenkin tukijoukoille. Fysiikkavalmennuksen aloittaminen mahdol-  
lisesti varhaistuu, kun tiedetään fysiikan vaikutuksista ajosuoritukseen. Kuljetta-  
jan edetessä kilpaluokissa fyysinen kunto korostuu ja on yksi vaatimuksista siir-  
tyä ylempään luokkaan ajotaitojen lisäksi.

Henkilökohtainen kiinnostus moottoriurheilusta ajoi minut kirjoittamaan tästä  
aiheesta lopputyön. Haluaisin tulevaisuudessa työskennellä lajin parissa fysiik-  
kavalmentajana. Parasta työssä olisi erilaisten käytänteiden tutkiminen, joka  
tästä työstä jäi selvittämättä. Erilaiset lajiharjoitukset antaisivat lisätietoa siitä,  
mitkä edistäisivät kuskin ajosuoritusta ja mitkä harjoitteet olisivat merkitykselli-  
simpiä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kartingin vaatimuksista johtuvat  
fysiologiset ominaisuudet, joita kartingkuljettaja tarvitsee optimaaliseen ajosuori-  
tukseen. Toisekseen tarkoituksena oli selvittää kuinka lajiominaisuuksia kehitet-  
tään. Tavoitteena oli muodostaa valmennuksen tueksi kokonaisvaltainen kuva  
kartingkuljettajan tarvitsemista fysiologisista ominaisuuksista.

Menetelmäksi valitsin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen. Tästä aiheesta ei  
ole löydettävissä suuria määriä julkaisuja, mistä syystä tiedonhakua ei tarvinnut  
tarkasti rajata. Seuloin kaikki tätä työtä käsittelevät julkaisut, joista valitsin aihet-  
tani koskevat tekstit. Lisäksi tein haastatteluita lajin huippu fysiikkavalmentajilta  
lisäämään työnarvoa, uskottavuutta ja perusteltavuutta.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA PROSESSIKUVAUS

### 2.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen määritelmä on tiivistelmä tietyn aihepiirin aiempien tutkimusten olennaisesta sisällöstä. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi runsaasti materiaalia (aiempia tutkimuksia ja keskustelua), jolla pyritään asettamaan löydetty tieto oman alan (liikunnanalan) kontekstiin. Tämä tyyli on erittäin tehokas tapa testata hypoteeseja, esittää eri tutkimusten tuloksia ja arvioida niiden johdonmukaisuutta. Tällä tavoin aikaisempien tutkimuksien puutteet voi paljastua ja se voi tuoda esiin uusia tutkimustarpeita. Kirjallisuuskatsauksen tekemisessä on tärkeää vastata selkeään ja rajattuun kysymykseen sekä arvioida valittujen tutkimusten laatua ja referoida niitä objektiivisesti. (Salminen 2011, 9.)

Objektiivisuus määritellään seuraavasti; kaikista subjekteista ja subjektien näkökulmista riippumaton. Se on keskeinen osa tieteellisyyden ihannetta, koska sen tulisi riippua tutkimuskohteista eikä tutkijasta. Huomioon otetaan kaikki asiaankuuluva tieto ja omat henkilökohtaiset ennakkoluulot tulisi jättää syrjään. Tarkastelun tulisi olla puolueetonta ja henkilökohtaisuuden ylittävää. (Tieteen termipankki 2017.)

Yhtenä tärkeänä ulottuvuutena päätöksentekoa varten on näyttöön perustuva (evidence based) tieto, joka tarkoittaa tutkitun tiedon tuomista päätöksenteon tueksi ja sitä varten. Finkin malli tarjoaa seitsenvaiheisen katsauksen tekoprosessista. Ensimmäisessä vaiheessa asetetaan tutkimuskysymys, joka tässä työssä oli; Mitkä ovat kartingin vaatimuksista johtuvat fysiologiset ominaisuudet, joita kartingkuljettaja tarvitsee optimaaliseen ajosuoritukseen. Mallin seuraavassa vaiheessa valitaan kirjallisuus ja tietokannat. Kolmannessa vaiheessa valitaan hakutermit. Hakutermien täsmällisyydellä ja huolellisella valinnalla pyritään saamaan se materiaali, joka vastaisi tutkimuskysymykseen kaikista parhaiten. (Salminen 2011, 10–11.)

Seuraavissa vaiheissa seulotaan eli karsitaan hakutuloksia. Esimerkiksi tietyt vuodet kelpuutetaan vain työhön ja arvioidaan artikkelien ja tutkimusten tieteellistä laatua ja luonnollisesti valikoidaan laadukkain mahdollinen materiaali

työtä varten. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on selkeästi erotettavissa muista katsauksista tarkan ja jopa ankarankin seulomisen takia. Tärkeää on käydä kaikki seulonnasta löytyneet tutkimukset tarkasti läpi ja muistettava etteivät lähdeaineistot ole vieraita toisilleen. Kuudentena tehdään itse katsaus. Viimeisenä vaiheena tulokset syntetisoidaan. Tähän kuuluu monenlaisia eri toimenpiteitä ja juuri tässä vaiheessa monet epäonnistuvat, koska integrointi voi jäädä pinnalliseksi. (Salminen 2011, 10–11.)

### 2.1.1 Aineistonkeruu

Huhtikuussa 2017 tutkimus- ja kehittämisosaamisen opintojaksolla tuli tehdä sanahaku alustavasta aiheesta. Hyödynsin tehtävässä Lapin Ammattikorkeakoulun informaattikkoa, koska en ollut itse löytänyt tietoa aiempina kertoina. Ensimmäinen yhteydenotto tapahtui 5.4.2017. Esitin opinnäytetyön aiheeni ja lisäsin mielestäni parhaimmat hakusanat, joita hän saisi tarkentaa ja ehdottaa lisää.

- open wheel / karting / go kart / F1 / formula
- fyysinen kunto / physical condition
- fyysinen harjoittelu / physic training
- *physical activity / physical fitness*
- *fysiologia / physiological*

Hakuja tehtiin muun muassa seuraavilla hakulausekkeella: *physic training AND (kart\* OR karting OR "open-wheel" OR F1 OR "race car")*. Kaikkia hakusanoja kokeiltiin ja muodostettiin uusia sanapareja monissa tietokannoissa, kuten Melinda, Sportdiscus, Google Scholar, Finna, Academic ja Urheilututkimukset.fi.

Systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta poiketen, minun ei tarvinnut seuloa tiedonhaun tuloksia ankarasti esimerkiksi tiettyjen vuosien tai otsikoiden mukaan, koska tuloksia oli noin pari sataa. Käsittelin kaikki löytämäni julkaisut ilman sisäänotto- tai pois sulkukriteereitä, koska hakutuloksia oli varsin vähän. Selasin jokaisen artikkelin/tutkimuksen/teoksen/muut julkaisut, joista luin vähintään sisällysluettelon. Selvitin luettelosta tukevatko nämä julkaisut tätä työtä



(fysiologiset lajiominaisuudet kartingkuljettajalla) vai liittyvätkö ne esimerkiksi auton insinöörityöhön (tekniikka, auton kehitys). Työhön valikoituivat vain relevantimmat eli tutkimuskysymystä tukevat työt. Valitettavan monesti tuloksena oli vain artikkelin tai tutkimuksen päätietojen esittely, eikä kyseisiä töitä saanut luvan anomisesta huolimatta.

Sain kuitenkin osan tutkimuksista itselleni luvan anomisen jälkeen, jonka avulla pääsin lukemaan tutkimuksien täyspitkiä versioita. National Center for Biotechnology (NCBI) sivulta U.S National library of Medicine sain seuraavat tutkimukset; Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers, Cardiac chronotropic adaptation to open-wheel racecar driving in young pilots ja Reactivity, stability and strength performance capacity in motor sports. The European college of sport science (ECSS) sivulta sain physical characteristics of experienced and junior open-wheel car drivers ja Physiological measurements and analyses in motorsport. Hakukone Finnan kautta löytyi Backamin pro-gradu acute neuromuscular response to car racing.

Yhteydenottoja Informaatikkoon kertyi yhteensä yhdeksän kertaa. Keskusteluista informaatikon kanssa sain uusia sanoja, jotka ovat listassa kursivoituina. Ko-keilin uusia hakulauseita, mutta valitettavasti nämäkään eivät tuoneet enempää tuloksia. Informaatikon jälkeen otin yhteyttä sähköpostitse 10.4.2017 Hintsa Peromancen kehitysjohtaja Pekka Pohjakallioon. Tiedustelin häneltä Ville Vilholan ja Moriz Wikströmin kehittämästä autourheilijan fyysisestä liiketaitopolusta (2016), koska työn lopuksi oli esitetty jatkotutkimusideana liiketaitopolun testausta. Yhteydenottoja ei tullut enempää, mutta se ei haitannut tämän työn etenemistä. Työstä olisi pitänyt kysyä ensisijaisesti koululta, eikä yrityksestä.

### 2.1.2 Haastattelut

Käytin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tueksi strukturoimatonta eli avointa haastattelua, joka tässä työssä tarkoitti haastattelijan ja haastateltavan välistä keskustelua sähköpostitse ja puhelimitse. Tein haastatteluiden aikana muistiinpanoja ja nauhoitin suurimman osan puheluista. Nauhoittamalla puhelut pystyin keskittymään kuuntelijanrooliin ja reagoimaan siten paremmin haastateltavan kertomiin asioihin esimerkiksi tahtomalla tarkentamaan asiasta lisää tai peruste-

lemaan väittämiä. Strukturoimaton haastattelutapa vaatii useita haastattelukertoja ja aikaa. Haastatteluista suurin osa tehtiin kesän 2017 aikana, mutta keskustelua aiheesta käytiin liki yhdeksän kuukauden ajan. Avoin haastattelu sopii menetelmäksi silloin, kun halutaan saada esille heikosti tiedostettuja asioita (Kajaanin Ammattikorkeakoulu 2018).

Tässä työssä haastattelut olivat perusteltuja, koska aiheesta on vain vähän julkaistuja töitä ja haastatteluiden tavoitteena oli saada lisää aineistoa sekä vahvistettavuutta teoriaan. Haastatteluista (äänitykset, sähköpostit, viestit) saamani aineistoin referoin, tiivistin ja selkeytin tätä työtä varten. Haastatteluiden avulla sain löytämäni teoriaan vahvistettavuutta ja tuotin lisää teoriaa muun muassa fyysisten ominaisuuksien testaamisesta. Tämä lisää luotettavuutta sekä työn arvoa. Pystyin tekemään haastatteluiden ja teorian avulla johtopäätöksiä, jotka tuotin muotoilemalla teoriaa ja referoimalla haastatteluista.

Haastateltavilla kaikilla on kansainvälinen pitkä kokemus fysiikkavalmentajana toimimisesta moottoriurheilijoiden kanssa. Valmentajat jakoivat tietoaan, joka perustuu osittain myös kokemusperäiseen viisauteen. Olin saanut Tommi Pärämäkosken yhteystiedot kesäkuun varhaisessa vaiheessa ja rohkenin ottamaan häneen yhteyttä 9.6.2017 puhelimitse ja samaisena päivänä myös sähköpostilla. Tommi soitti takaisin myöhemmin ja keskusteltuamme aiheesta hän lupasi auttaa minua uudelleen, jos tarve vaatii ja antoi minulle lisää yhteystietoja.

Seuraava yhteydenotto tuli minulle 12.6.2017 Puustisen Terolta (Fysiikka-, ravinto- ja mentaalivalmentaja AKK:lla), kenelle Tommi oli alustanut aiheesta. Teron kanssa yhteydenottoja tuli eniten erilaisia keinoja käyttäen. Juhannus sunnuntaina 25.6.2017 laitoin sähköpostia Neste Rallin promoottori Jani Backmanille, joka vastasi samana päivänä. Sovimme ajan puhelinkeskustelulle 26.6.2017, vaikka promoottorin automaattisesta vastausviestistä kävi hyvin selkeästi ilmi, että hän on lomalla. Tämä osoittaa aitoa mielenkiintoa lajia kohtaan ja myös jaloa piirrettä antaa aikaa lomastaan minulle.

Kirjoitin yhteisen sähköpostin 6.10.2017 Tommille, Janille ja Terolle koskien autourheilijoiden testauksesta. Tero ja Tommi kertoivat ajatuksiaan ja keskustelua syntyi. Jani on muutama vuosi sitten siirtynyt operatiivisista tehtävistä muihin tehtäviin, mikä mahdollisesti selittää vastaamatta jättämisen. Luulen tähän

vaikuttaneen myös toisten kattavat vastaukset. Testauspäällikkö Pulkkinen Pekka Vierumäeltä ja KIHUn asiantuntija Joutsen Tero (LitM) eivät vastanneet sähköpostiin 6.10.2017 koskien autourheilijoiden testauksesta. Syy voi mahdollisesti selittyä sillä, ettei testauksia ole vuosiin tehty enää Vierumäellä vaan toiminta- ja testausvastuu ovat siirtyneet AKK:lle.

Otin yhteyttä Pyry Salmelaan, joka on toiminut fysiikkavalmentajana vuodesta 2014 alkaen F1-kuljettaja Daniil Kvjatille. Ensimmäinen yhteydenotto Salmelaan tapahtui 6.10.2017. Tiesin, ettei hän vastaisi välittömästi, sillä samaan aikaan he olivat Kvjatin kanssa Japanin GP:ssä valmistautumassa kisaviikonloppuun. Viikon jälkeen kisoista sain yhteydenoton, jossa hän kertoi palaavansa asiaan. Otin yhteyttä uudelleen 5.12.2017 ja sain vastauksen. Odotuksen jälkeen sain todeta kuinka jalo Salmela on, sekä kuinka myös hänellä on aitoa kiinnostusta auttaa ja edistää autourheilua.

### 2.1.3 Ongelmat

Aiheenvallinnasta lähtien tiesin, ettei kyseisestä aiheesta ole löydettävissä paljoa julkaistua tietoa. Tietääkseni aiheetta on tutkittu paljon etenkin maailman kärkilajeista (ralli, F1 ja Nascar). Valitettavasti tieto ei monesti ole julkista ja julkaistut tutkimukset ovat rajoitettu julkaisemalla vain osan tutkimuksista. Tämä tulee olemaan yksi suurimmista ongelmista tässä työssä. Valitsemani menetelmän (systemaattinen kirjallisuuskatsaus) keskeisimpiä tunnusmerkkejä on näyttöön perustuva tieto (evidence based). Kuinka voin perustella asioita, ottaa kantaa tai väittää jotakin, jos en löydä lähdeviitteisiin perustuvaa tietoa. Ratkaistakseni ongelman minun täytyy kirjallisuuskatsauksen lisäksi tehdä haastatteluja lajin parissa toimijoilta. Ideaalitulanteessa saisin haastatteluista työlleni uskottavuutta, lisäarvoa ja vahvistettavuutta asioille.

## 2.2 Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kartingin vaatimuksista johtuvat fysiologiset ominaisuudet, joita kartingkuljettaja tarvitsee optimaaliseen ajosuoritukseen. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, kuinka lajiominaisuuksia kehitetään lajinominaisella tavalla. Työn päällimmäisenä tavoitteena on luoda kuva autour-

heilijan kokonaisvaltaisesta valmennuksesta, jonka avulla ymmärtän eri fysiologisten ominaisuuksien tarkoituksen valmennuksessa. Työn tavoitteena on tukea minua autourheilijoiden valmentajana.

Työni ei ainoastaan auta minua valmentajana, sillä tästä hyötyvät koko seura ja sen jäsenet, erityisesti kuljettajajäsenet ja heidän tukijoukot (monesti toinen vanhemmista). Lisäämällä kuljettajien ja taustajoukkojen tietoa autourheilijoiden tarvittavista ominaisuuksista se saa toivottavasti aikaan fysiikkavalmennuksen varhaisemman aloittamisen. Tämä on erittäin tärkeää, sillä kuljettajan kasvaessa edetään luokissa ylemmäksi, mikäli fysiikka ja ajotaidot ovat kehittyneet luokan vaatimaan tasoon. Kilpaluokissa noustessa fysiikan tarve korostuu, jotta kuljettaja pystyy edes ajamaan autoa ja hallitsemaan sitä, eikä toisinpäin.

### 2.2.1 Prosessi ja muutokset

Opinnäytetyön aiheen pyörittäminen alkoi huhtikuussa 2017 yliopettaja Hannolan Tutkimus- ja kehittämisosaamisen opintojaksolla. Tarkkaa aihetta ei vielä tuolloin ollut, mutta selkeä visio ja palava halu tehdä lopputyö autourheilusta oli. Hannolan kurssilla pääsimme vaikuttamaan toistemme opinnäytetöihin haastamalla ja ideoimalla aiheita. Kuviossa yksi on esitetty minun alkuperäiseen työhöni tulleet ideat ja haasteet.



Kuvio 1 Tutkimus- ja kehittämisosaamisen opintojaksolta

Alkuperäisen ja alustavan suunnitelman mukaan tarkoituksena oli tehdä toiminnallinen opinnäytetyö. Työn tavoitteena olisi ollut selvittää kartingkuljettajan fyysiset lajiominaisuudet ja tarkoituksena valmentaa sekä testata yhtä kuljettajaa löydetyn tiedon pohjalta. Pelkästään teoretien löytäminen osoittautui niin haastavaksi, että toiminnallinen osuus eli valmennus sai jäädä tästä työstä sen vuoksi kokonaan pois. Näin aihe muotoutui nykyiseksi aiheeksi. Kuviossa yksi esitetyt asiat ovat aiheuttaneet minulle aiemminkin ongelmia, sillä olen yrittänyt

etsiä tietoa tästä aiheesta entuudestaan. Jos en löydä materiaalia, en voi tehdä haluamastani aiheesta lopputyötä. Päättäväisenä naisena halusin tehdä tästä lopputyön, mikä oli harkittu päätös työn tuloksesta huolimatta.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 1.) on kuvattu tarkemmin kuinka opinnäytetyöprosessini eteni. Kokonaiskestoltaan prosessi kesti yksitoista kuukautta. Kirjoittaminen väheni lokakuusta marraskuulle, koska opiskelin syksyllä kolmea kurssia. Opintojaksot olivat työläitä ja ne veivät huomattavan osan ajasta eikä sitä jäänyt enää opinnäytetyön kirjoittamiseen. Työn viimeistely jatkui joulukuussa ja tammikuussa esitarkastuksesta saamani palautteen avulla tein korjauksia työhön. Tiedonhakua tein jatkuvasti ja yhteydenottoja tuli paljon tämän yhdenoista kuukauden aikana.

Taulukko 1. Opinnäytetyöprosessi

	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	Tammi	Helmi
Kirjoittaminen											
Tiedonhaku											
Yhteydenotot											
Aihe 1 Toiminnallinen											
Aihe 2 Katsaus											
Työn esitarkastus											
Valmiin työn tarkastus											
Esittämisseminaari											

### 3.1 Moottoriurheilu suomessa

AKK-Motorsport eli autourheilun kansallinen keskusliitto toimii autourheilua harrastavien ja edistävien yhteisöjen liittona Suomessa. Liitto on kansainvälisen autoliiton FIA:n (Federation Internationale de l'automobile) oikeuksienhaltija Suomessa. Liittoon kuuluu 320 autourheiluseuraa, joissa on yhteensä noin 32 000 henkilöjäsentä. Vuosittain liiton jäsenseurat järjestävät 350–400 kansallista autourheilukilpailua 19 eri lajissa. (AKK-Motorsport Ry 2017.)

Suomi on kansainvälisesti menestynyt pieneksi maaksi varsin mittavasti moneina vuonna. Sinivalkoiset kuljettajamme saavuttivat lukuisia mitaleja myös viime vuonna (2016) ja sen ansiosta Suomi säilytti maineensa maailman nopeimpana kansana (Moottoriurheilu.tv 2016). Vuoden 2017 sykähdyttävimpiin urheiluhetkiin äänestettiin Valtteri Bottaksen uran ensimmäinen F1-osakilpailuvoitto neljänneksi ja Esapekka Lapin Suomen MM-rallin voitto tulokaskaudella kuudenneksi Urheilugaalassa (Urheilugaala 2018).

### 3.2 Karting historia

Kartingauton juuret juontavat Amerikasta, missä laji kehittyi vuosina 1930–1940. Nämä pienet avoautot oli kehitetty ovaaliradoille. Marketit kehittivät 1950-luvulla tätä uutta vapaa-ajan tuotetta nuorille. Runko oli tehty putkimaisesta teräksestä, vaikka sitä ei ollut juuri ollenkaan, istuin oli alkeellinen ja siinä oli pieni bensiinimoottori, joka oli asennettu kuljettajan taakse renkaiden väliin ja niin karting syntyi. (National Museum of American History 2017.)

Suomessa ensimmäinen karting kilpailu käytiin vuonna 1961 Helsingissä, jolloin kuljettajalla tuli olla vähintään moottoripyöräkortti ja täyttänyt 16 vuotta. Ensimmäiset SM-kisat ajettiin vuotta myöhemmin 1962 (Karting liitto 40-vuotta 2017,11). Nykyään karting on autourheilun suurin nuorisolaji, jossa luodaan perusta myöhempää autourheilu-uraa varten. Menestyäkseen kyseisessä lajissa on jo hyvin nuorena omaksuttava urheilijaelämän tuomat haasteet niin henkisesti kuin fyysisellekin puolelle. Kartingauton ajamisen voi aloittaa jo kuusi vuotiaana eikä yläikärajaa ole (AKK-Motorsport Ry 2017).

Suomessa kartingauton ajoon on sisä- ja ulkoratoja liki 70 (Suomen kartingradat 2017). Sarjoja ja kilpailumuotoja on lukuisia, joista jokaiselle innostuneelle löytyy varmasti se oikea laji ja sarja (WORD racing). Yleisesti luokat jaetaan kaksija nelitahtisiin ja toisaalta vaihteellisiin. Lisäksi sarjoissa on ikäluokat (cadet, junior ja senior). Suomen tärkeimmät AKK:n hyväksymät luokat ovat Cadet, Mini, Raket, Yamaha, KF2 ja3, KZ2, F 250, Junior TAG (60cm<sup>3</sup> TAG-moottorit) ja TAG. Näiden sarjojen ulkopuolella on huomattavasti enemmän vaihtoehtoja, matkustaessa esimerkiksi ulkomaille (Diniz Sanhes 2007, 14–20).

### 3.3 Esittelyssä karting autourheilu

Open-wheel eli kart (karting) autourheilu on todella suosittua, mutta samalla erittäin vaarallista kuten mikä tahansa moottoriurheilulaji. G-voimat voivat nousta törmäyksessä hetkellisesti jopa 100 G, joka lisää kuljettajan loukkaantumisen riskiä (Raschner, Platzer & Patterson 2013, 58). FIA yrittää jatkuvasti kehittää kuljettajien turvallisuutta muokkaamalla ratoja turvallisemmiksi esimerkiksi kaarteiden ulostulossa. Kuljettajien turvallisuutta on parannettu muun muassa HANS (niska ja päätuki) laitteella (Baur, Müller, Hirschmüller, Huber & Mayer 2006).

Ajaminen on raskasta ja hyvin stressaavaa. Kuljettaja on tiukassa ajoasennossa vöihin köytettynä ja ajaminen tapahtuu raskailla ohjauslaitteilla. Tärinä, iskut, hypyt, G-voimat ja kuumuus tekevät ajamisesta haastavan eikä turvavaatteet ja kypärä lievennä ajon aikaista stressiä (Backman, Häkkinen, Ylinen, Häkkinen & Kyröläinen 2005, 777). Pitääkseen auton hallittuna kuljettaja käyttää paljon staattista ja dynaamista lihasvoimaa esimerkiksi jarrutuksissa, kaasulla ja kaarteissa (Backman 2005, 4).

Kartingauto on yksipaikkainen kulkuneuvo ilman kattoa/ohjaamoa, jousituksia ja korielementtiä. Autossa on neljä rengasta, jotka ovat kosketuksessa maahan. Kaksi etummaista rengasta kontrolloi suunnan ja taaimmaiset kaksi rengasta on asennettuina yksiosaiseen akseliin jakamaan tehon. Pääosat ovat runko (mukaan lukien korin osat), renkaat ja moottori. (FIA 2015.)

Moottoriurheilijat ovat monipuolisia (all round) urheilijoita, joilla harvemmin mikään biomotorinen ominaisuus nousee ääri performanssi urheilulajien tasolle, kuten esim. pyöräilijöiden tai pikajuoksijoiden rinnalle. On kuitenkin ymmärretty,

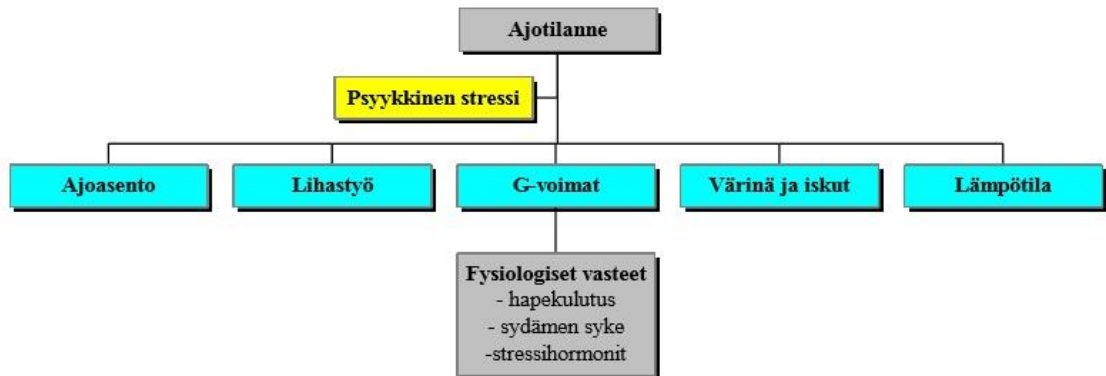
että ajosuoritukseen tarvitaan erinomainen kunto ja onnistuakseen se vaatii kuljettajalta omanlaisen maksimi suorituksen (Salmela 2017). Yhden tutkimuksen mukaan kuljettajien maksimimaalinen hapenottokyky ja lihaskunto ovat samankaltaiset kuin pesäpallo- ja jalkapallopelaajien (Beaune & Durand 2011).



## 4 KUORMITUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT AUTOURHEILUSSA

### 4.1 Ajotilanteeseen vaikuttavat tekijät

Ajotilanteessa kuljettajaan vaikuttavat monet psyykkiset ja fyysiset tekijät (Kuva 1). (Backman 2017.)



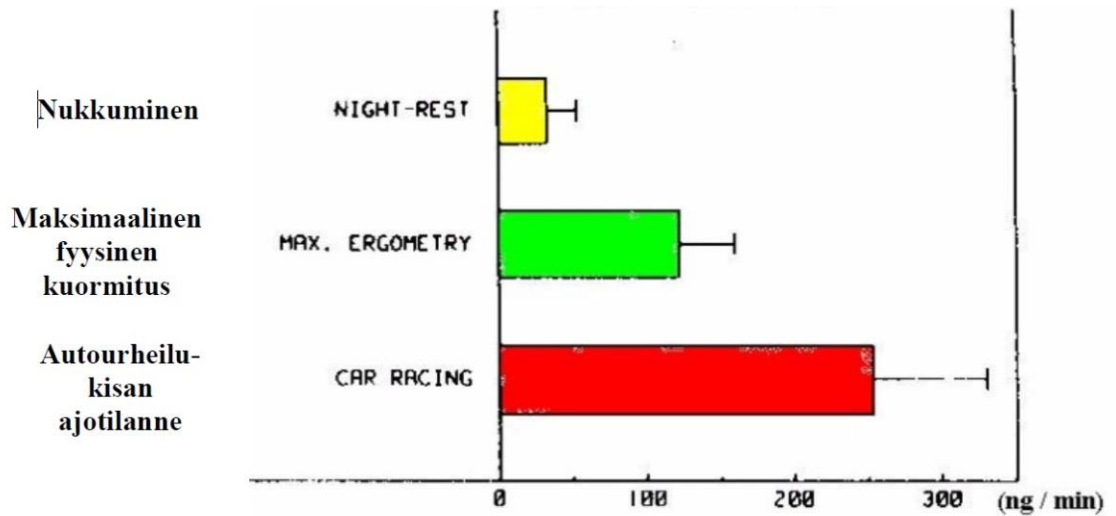
Kuva. 1 Kuormitukseen vaikuttavat tekijät (Backman 2017)

Kaikki kuvassa 1 mainitut asiat vaikuttavat kuljettajan väsymiseen ja elimistössä näkyvät fysiologiset vasteet ajonaikana ovat monen tekijän summa. Kuljettajan tekemä lihastyö on yläruumispainotteista, mutta koko keho tekee samanaikaisesti dynaamista ja staattista työtä. (Backman 2017.)

### 4.2 Psyykinen kuormitus

Tutkimusten mukaan kilpa-autoilu on psyykkisesti erittäin rasittavaa. Katekolamiinien eli stressihormonien adrenaliinin ja noradrenaliinin määrä nousee kisan ajotilanteessa yli kaksinkertaiseksi maksimaaliseen kestävyysasuoritukseen verrattuna ja liki kahdeksankertaiseksi lepotasoon verrattuna (kuva 2) (Backman 2017). Formula1 kuljettajan suorituskyvystä jopa 80 prosenttia on henkistä osaamista (Hintsa 2016). Ajosuorituksessa myös verensokerit ja vapaiden rasvahappojen määrä veressä kohoaa merkittävästi. Tämä johtuu siitä, että stressihormonit nopeuttavat hiilihydraattien ja rasvojen vapautumista vereen. Stressihormoneista myös kortisolien määrä nousee pitkässä ajosuorituksessa merkittävästi. Tähän syynä ovat yleinen stressi ja väsymistila. Jälleen paremman kun-

non omaava kuljettaja sietää psyykkistä stressiä huomattavasti paremmin, kuin huonompikuntoinen kuljettaja. (Backman 2017.)



Kuva 2. Stressihormonin määrän nousu kilpailutilanteessa

#### 4.3 Kehonlämpötila

Moottoriurheilu voi olla yhtä haastavaa ihmiskeholle kuin perinteisemmät urheilulajit, kuten jalkapallo ja pesäpallo. Moottoriurheilijat joutuvat viemään kehonsa ääriarajoille niin henkisesti kuin fyysisesti. Ympäristö missä nämä urheilijat kilpailevat on hyvin erityislaatuinen (Backman ym. 2005, 777). Kartingissa kehonlämpötila voi nousta yli 36 °C ja aiemmassa tutkimuksessa kehonlämpötila nousi 40–50 minuutin harjoittelun jälkeen. Ajovarusteet (kypärä, hanskat, ajopuku ja kengät) estävät hikoilun osittain, siitä syystä kuljettajan kehonlämpötila pysyy ajonaikana korkealla (Yamakoshi, Matsumura, Yamakoshi, Hirose & Rolfe 2010, 15).

Pelkästään korkean lämpötilan on havaittu vaikuttavan ajosuoritukseen lisääntyneinä ajovirheinä. Pitkässä kilpailussa korkea, 30–60°C lämpötila aiheuttaa kovaa nestehukkaa, ja lisää stressihormonien (adrenaliinin ja noradrenaliini) tuotantoa. Keskiverto F1-kuljettajalla tämä merkitsisi liki 3,5 kilogramman painonpudotusta eli noin viisi prosenttia kehonpainosta nestehukan takia. Tämä johtuu sydämen iskutilavuuden pienenemisestä ja sen johdosta syketaso nousee. Laktaatin tuotto lisääntyy, koska veriplasman suhteellinen määrä pienenee nestehukan johdosta ja näin ollen veri ei pääse kiertämään niin tehokkaasti lihaksissa. (Backman 2017.)

#### 4.4 Syke

Kaikissa aiemmissa autourheilun tutkimuksissa kuljettajan syke on raportoitu nousevan todella korkealle. Yleisesti kuljettajan syke on 82–93 prosenttia henkilön maksimisykkeestä. Kuljettajien sykkeet voivat nousta kisan aikana liki 180 bpm, joka tarkoittaa enemmän kuin 90 prosenttia maksimaalisesta hapenotosta (Backman ym. 2005, 777). Kuljettajan syke nousee psyykkisen ja fyysisen kuormituksen yhteisvaikutuksesta. Mitä parempi kuljettajan kestävyyskunto (VO<sub>2</sub>max) ja psyykkistä kuormitusta kestävä, sitä matalampi ajonaikainen syke. Kilpailun aikana tavoite sykkeet ovat 140–160 bpm välillä (Backman 2017).

Yamakoshi ym. (2010, 17) tutkimuksessa sykkeen todettiin tasaantuvan 150 bpm karting ajossa. Lisäksi sykkeen ja kehonlämpötilan muutokset todettiin olevan yhteydessä toisiinsa. Tämä johtuu lisääntyneestä lihasten ja aivojen hapenkulutuksesta.

#### 4.5 G-voimat

Suuret G-voimat ovat yksi merkittävimmistä kuormituksen aiheuttavista tekijöistä. Voimien takia kuljettajan keskivartalo on koko ajan staattisessa jännityksessä, ja polkimia on vaikea painaa tarkasti. G-voimat eivät vain väsytä lihaksia, vaan ne ovat myös haaste kuljettajan kestävyydelle vaikeuttaen verenkiertoelimistön tehokasta toimintaa. (Backman 2017.)

Formula 1 -kuljettajaan kohdistuu koko ajan 2,5 G:n voima, joka johtuu jatkuvista kiihdytyksistä, jarrutuksista ja kaarteista. Keho ottaa vastaan erilaisia värinöitä ja iskuja kilpa-auton kovasta alustasta ja moottorista. Niskalihakset joutuvat erityisen koville, koska ne työskentelevät jopa 30 kilon massaa vastaan (Backman 2017). Asiasta oli hauska kirjoittanut toimittaja Elena Holodny (2014) Sports business insideristä: G-voimat tuntuvat niskassa 25 kilon ekstra painolta, joka on verrannollinen keskikokoiseen dalmatialaiseen. Kuvittele ajavasi autoa dalmatialainen niskassa.

Kuljettajan täytyy aktivoida koko ajan lihaksiaan stabiloidakseen ajoasennon. Toiminta on osittain autonomista ja osittain myös vapaaehtoista. Taulukosta 2 näkee tyypillisten lihasten aktivaation G-voimista johtuen. (Backman 2005).

Taulukko 2 Tyypilliset lihasaktivaatiot G-voimista johtuen. (Backman 2005.)

Reference	N	G-level	Muscle	Activity (%/MVC)
Kobayashi et al. 2002	21	+ 7Gz	Rectus abdominis	10-40%
Hewson et al. 2001	6	2 G	Wrist flexors	20.8-26.1%
Hewson et al. 2001	6	2 G	Biceps brachii	13.0-29.8%
Hewson et al. 2001	6	2 G	Triceps brachii	26.4-28.4%
Hewson et al. 2001	6	2 G	Deltoideus	14.1-23.5%
Hewson et al. 2001	6	2 G	Vastus lateralis	28.8-61.4%
Chen et al. 2004	20	+ 1Gz	Breathing muscles	29-55%

## 5 LAJIOMINAISUUDET JA NIIDEN KEHITTÄMINEN

### 5.1 Lihaskestävyys

Hyväkuntoinen kuljettaja ei väsy kilpailupäivän aikana, ja hän kykenee säilyttämään keskittymiskykynsä korkeana, tekee vähemmän virheitä ja pitämään yllä kilpailukykynsä siihen sakka kun päivän viimeinen ruutulippu heilahtaa (Diniz Sanhes 2007, 92). Kuten aiemmista kappaleista on käynyt ilmi, kuljettaja käyttää koko vartalon lihaksia staattisesti ja dynaamisesti ajon aikana eli tärkein ominaisuus autourheilijalle on lihasten väsymisensietokyky. Edellisestä taulukosta (2) voidaan todeta G-voimien rasittavan lihaksia ja ylävartalon lihakset tekevät pääsääntöisesti enemmän töitä kuin alavartalon lihakset.

Alavartalon lihaksista erityisen koville joutuu ulommainen reisilihas ja ylävartalon lihaksista suorat vatsalihakset tekevät töitä eniten. Lisäksi ylävartalon lihaksista työskentelevät ranteen koukistajat, kolmipäinen kädenojentajalihas, kaksipäinen kädenkoukistajalihas ja kolmipäinen hartialihaski sekä tietysti hengityslihakset. Sisäänhengityslihaksia ovat ulommat kylkivälilihakset ja pallea, uloshengityslihaksia sisemmät kylkivälilihakset ja vatsalihakset (Duodecim, 2017).

#### 5.1.1 Lihaskestävyyden kehittäminen

Jotta kuljettajan on mahdollista ajaa nopeatehoista autoa ja ylläpitää ajoasennon jarrutuksissa ja mutkissa, ylävartalon lihaksissa täytyy olla voimaa ja erityisesti väsymisensietokykyä eli kestävyyttä.

Kunnollisen lihaskestävyysärsyksen aikaan saamiseksi, sarjojen (3–5) olisi hyvä olla noin 20 toiston mittaisia ja suoritus liike kerrallaan lyhyillä palautuksilla. Liikkeet tehdään 0–60 prosentin lisäpainoilla maksimista. Sarjapainot riippuvat urheilijan kuntotasosta sekä liikkeen vaativuudesta. Toinen tapa on kesto-voimatyypinen harjoitus, joka usein tehdään kiertoharjoitteluna. Tässä liikkeitä vuorotellaan ja siirrytään liikkeestä toiseen ripeällä tahdilla. Teitpä kummalla tyylillä tahansa keskity teknillisesti puhtaisiin suorituksiin ja tee liikkeet rauhalli-

sesti sekä hallitusti (Backman 2017). PK -harjoittelun kanssa sopii hyvin yhteen voimaharjoittelu, minkä vuoksi PK1 -kauden aikana kannattaa keskittyä voimaominaisuuksien kehittämiseen vähintään kaksi kertaa viikossa (Nummela 2016, 276). Harjoitusviikkoon on suositeltavaa lisätä nopeustyyppinen harjoitus, joka ehkäisee hermolihaskäytön liiallista hidastumista – mikä on erityisen tärkeää ominaisuus autourheilijoille (Backman 2017).

## 5.2 Kestävyyskunto

Kuljettajan fyysisistä ominaisuuksista kestävyys on yksi tärkeimmistä. Karting- ja formulakuljettajan keskimääräinen hapenkulutus on ajon aikana 38,5 ml/min/kg, vaihdellen 31,0 ja 46,5 ml/kg/min välillä (Backman 2017). Ajonaikana tapahtuva hapenoton on mitattu nousevan kuljettajan VO<sub>2</sub>max:sta 79–83 prosenttia. Hapenkulutus lisääntyy nopeammilla radoilla (Backman 2005).

Jos kuljettajan kunto on huono, niin kuskin elimistö alkaa tuottaa laktaattia ja väsyä helposti. Hyvän kestävyyskunnon omaava kuljettaja pystyy keskittymään ajamiseen paremmin, kun lihakset eivät väsy. Testatessa anaerobisen kynnyksen tulee siis olla yli 40 ml/kg/min eli yli 70 prosentin VO<sub>2</sub>max tasolla. Koska ajaminen vaatii nopeaa ja tarkkaan koordinoitua lihastyötä, on kuljettajan kyettävä tekemään ajosuoritus aerobisesti (veren laktaattipitoisuus on alle 4 mmol/l.) Mikäli kuljettaja joutuu työskentelemään anaerobisen puolella, on siitä seurauksena lihastoiminnan hidastumista, merkittävää reaktioiden heikkenemistä ja lopulta totaalinen uupuminen pitkässä kilpailussa. (Backman, 2017.)

Salmelan (2017) voidaan todeta olevan samaa mieltä, sillä hänkin kertoi, että aerobisen kynnyksen työteho on kuskeille tärkein kestävyysalueen ominaisuus kun haetaan korrelaatiota itse ajamiseen. Suurin osa kuljettajista (ilmeisesti F1 -sarjassa) menevät 55–70 mmol/kg/min haarukkaan.

### 5.2.1 Kestävyyskunnon kehittäminen

Ajamisessa tapahtuva ventilointi on hyvin erityyppistä normaaliin monotoniseen kestävyysuoritukseen verrattuna esimerkiksi juoksuun (Salmela, 2017). Kestä-

vyyskunto on silti listattu yhtenä tärkeimpänä autourheilijan fyysisistä ominaisuuksista (Backman 2005).

Peruskestävyyskunto, joka jaetaan vielä kahteen tehoalueeseen: PK1 ja PK2. PK1 -harjoitukset ovat erityisen pitkäkestoisia ja luonteeltaan palauttavia. Kun taas PK2 -harjoitusten teho on lähellä aerobista kynnystehoa tai vähän sen yli, jolloin aerobisen kynnystehon kehittäminen on ensisijainen tarkoitus. PK -harjoitusten tärkeä rooli on kehittää lihasten hapenottokäyttökykyä ja parantaa hapen saatavuutta lihaksissa. Lisäksi kyseinen harjoittelutapa parantaa urheilijan kykyä käyttää rasvoja energiantuotossa, mikä puolestaan vaikuttaa lihaksen glykogeenivarastojen riittävyyteen pitkäkestoisissa suorituksissa. (Nummela 2016, 273.)

Kestävyysharjoittelun on tutkittu lisäävän valtimon ja laskimon happipitoisuuden eroa, mikä tarkoittaa hapen siirtyvän tehokkaasti verenkierrosta lihakseen. Lisäksi hiussuonitus lisää verenkiertojärjestelmän tilavuutta ja siten kestävyysharjoittelu vaikuttaa nopeasti plasman ja sitä kautta koko veren tilaan. Hengityslihaksien kehittyessä maksimaalinen ventilaatio kasvaa. Rakenteellisten ja toiminnallisten muutosten seurauksena sydämen minuuttitilavuus kasvaa kestävyysharjoittelussa (Nummela 2016, 274). Jotta PK -harjoitusten tehoalueet voitaisiin määritellä oikein, tulisi urheilijalle suorittaa aerobisen ja anaerobisen kynnysen määrittämiseksi suora tai epäsuora maksimitesti (Nummela 2016, 276). Seuraavassa luvussa paneudutaan tarkemmin testaamiseen ja oikean menetelmän valitsemiseen tapauskohtaisesti.

## 6 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEEN TESTAAMINEN

### 6.1 Testaamisen tarkoitus

Mikään testi ei korreloi suoraan kuskin ajosuoritukseen ja jokaista testiä on haastava verrannollistaa suoraan ajamisessa kohdistuvaan stressiin, kertoi Salmela (2017). Urheilijoita testatessa tulee aina pyrkiä jäljittelemään mahdollisimman paljon lajisuoritusta ja siinä vaadittavia ominaisuuksia (Backman 2017). Lähtökohtaisesti täytyy ensin tehdä lajianalyysi ja testauksen täytyy hyödyttää konkreettisesti lajisuoritusta (Pärmäkoski 2017). Testien tarkoitus on selvittää muun muassa urheilijan vahvuudet ja heikkoudet, jonka mukaan valmentajan on helpompi ohjata harjoittelua (Backman 2017).

Testit ovat siis harjoittelun apuväline, joka antaa palautetta harjoittelun vaikutuksista ja onnistumisesta (Backman 2017). Samaa mieltä oli myös Pärmäkoski (2017), joka korosti vielä testauksien perusteellisuutta mitä ja miksi testataan sekä kuinka se rytmittää harjoittelua ja samaa mieltä oli myös Puustinen (2017). Testaustilanteessa valmentajan ammattitaito korostuu. Sillä se mitä näet tuloksista on ainoastaan numeroita, mutta itse testaustilanteessa voit nähdä myös muita puutteita. Näitä voivat olla esimerkiksi muut biomekaaniset häiriöt tai rajoitteet, joita kuskeilla on yllättävän paljon, Puustinen (2017) kertoi.

Pärmäkoski (2017b) kertoi, että helppoilla ”kenttäteisteillä” päästään pitkälle, ja sitten ylemmissä luokissa niitä voidaan tarkentaa ja muuttaa yksityiskohtaisempaan sekä halutumpaan suuntaan. Hän painotti myös treenaamista, jonka keskiössä on kokonaisvaltainen valmentaminen. Puustinen (2017) tiivistä mielestäni upeasti eron eri sarjaluokkien kuskien harjoittelusta ja testaamisesta. He AKK:lla keskittyvät kokonaisvaltaiseen valmennukseen ja testaamiseen, jolla varmistavat sen, että kuskit kehittyvät fysiikaltaan kohti lajin huipputasoa. Uran edetessä F3-, GP3-, GP2 tai jopa F1 -tasolle täytyy fysiikan olla hyvä ennen kuljettajankehitysohjelmaa siirtymistä, missä henkilökohtaisemmalla valmennuksella kuskeista hiotaan timantteja.



Autourheilussa kausi on pitkä ja reissussa ollaan satoja päiviä vuodessa, sen vuoksi on tärkeää, että testit voidaan tehdä lähes missä vain, eikä testipaikka ole esimerkiksi sidottu Urheiluopiston tai laboratorio ympäristöihin. Ryhmän koko on myös muokannut testistöä, josta myöhemmin lisää AKK:n lihaskuntotestit kappaleessa. (Puustinen, 2017.) Myös Salmela (2017) kertoi pitkän kisakalenterin vaikuttaneen testaamiseen (mm. Vo2max testin tekemiseen). Kuskin kiireellisen aikataulun vuoksi suorita Vo2 testejä ei tehdä (yleensä) kuin kerran vuoteen, koska testi vaatii laboratorio-olosuhteita, joka on liki mahdoton sovittaa kuskin aikatauluun enempää kuin kerran vuoteen.

## 6.2 Antropometria

Antropometrialla tarkoitetaan ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan, kehon mittasuhteisiin ja koostumukseen perustuvia mittauksia (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2007, 45). Kehonkoostumus koostuu lihasten, rasvakudoksen sekä luuston ja muiden tukikudosten kasvusta. Koostumus alkaa puberteetista erilaistua sukupuolten välillä ensisijaisesti hormonitoimintojen muutoksen vuoksi (Laine, Kalaja & Mero 2016, 72). Kehonkoostumuksen arvioinnin tavoitteena on lajille sopivan painon, lihasmassan ja rasvakudoksen määrän saavuttaminen. Pelkkä painoindeksi kertoo varsin vähän kehon koostumuksesta ja siksi urheilussa on tyypillisesti erilaisia tapoja arvioida, onko urheilijan rasva/lihasmassan suhde sopivalla tasolla (Borg 2016, 175).

Kuljettajan eduksi on pieni koko. Lyhyt pituus sallii kuljettajan vapaamman sijoittamiseen ohjaamon, eikä lyhyt kuljettaja ole haitaksi auton aerodynamiikalle. Koska inaktiivinen kudokse ei ole aineenvaihdunnan kannalta eduksi kuumissa olosuhteissa, suositeltava rasvaprosentti tälle lajille on 5–12 prosenttia (Backman 2017). Miehillä testosteronin lisääntyminen kiihdyttää proteiinisynteesiä ja lihasmassan kasvua. Kasvun päätyttyä pojilla 18–25 vuoden iässä lihasmassa on lisääntynyt 42 prosentista 54 prosenttiin (Laine ym. 2016, 72–73).

Kuljettajan paino vaikuttaa kierrosaikoihin kymmenyksillä. Mitä painavammasta kuljettajasta on kyse sen enemmän se vaikuttaa kierrosaikoihin (Ruutulippu, 2009). Kevyempi kuski saa etua kierrosaikoihin toisten mielestä enemmän, kun toiset ovat sitä mieltä, että paino ei vaikuta kierrosaikoihin juuri laisinkaan. Kar-

ting foorumeita lukiessani myös vanhemmat ovat hieman huolestuneita sarjojen painorajoista, joita tukijoukkojen mielestä saisi tarkastella uudelleen nykynuorten kasvaessa aiempia kookkaimmiksi.

Kartingin jokaiseen luokkaan on määritelty sarjan minimipaino eli paljon kuljettajan ja auton täytyy yhteensä painaa koko kilpailun ajan eikä painoon saa kilpailun jälkeen vaikuttaa lisäämällä esimerkiksi polttoainetta. Auto rakennetaan mahdollisimman kevyeksi käyttämällä esimerkiksi kevyempiä runkoja ja tasavertaisuutta lisätään moottoreiden virityksien rajaamisella (RMC Finland, 2018). Tämä ei kuitenkaan poista kuljettajan painon merkitystä.

Vaikka kartingin lajisäännöissä painotetaan minimipainorajan olevan ehdottomasti vähimmäisarvo (Karting lajisäännöt, 2018), yrittävät tallit totta kai pysyä sääntöjen vaatimassa raja-arvoissa tai lähellä sitä. Toisinaan laji on hyvin armoston pitkille kuljettajille, joilla ei ole edes ylipainoa. Otetaan esimerkkinä kuninkuusluokka F1, jossa normaalipainoiset kuskit joutuvat liian usein tiukalle laihdutuskuurille vain auton ylipainon vuoksi eivätkä pitkät kuljettajat tahdo mahtua pieneen ohjaamoon. Jo viiden senttimetrin ero pituudessa vaikuttaa merkittävästi siihen, miten kuljettaja istuu autossa (Anderson, 2018). Onneksi sääntömuutos kaudelle 2019 luo tasa-arvoa eripainoisille ja pituisille kuljettajille. Sääntöuudistuksen jälkeen kuljettajan ja penkin yhteenlaskettu paino täytyy olla vähintään 80 kilogrammaa. Mahdollinen alipaino korvataan autoon laitettavalla lisäpainolla (SuomiF1).

### 6.3 AKK:n lihaskuntotestit

Karting-kuljettaja tarvitsee hyvän fyysisen kunnon ja erityisesti lihaskestävyyttä. AKK:lla fysiikkavalmentajana työskennellessään Jani Backman on kehittänyt autourheilijan lajiominaisuuksia mittaavan lihaskuntotestistön. Testistö mittaa muun muassa ylä- ja alavartalolihashen voimaa ja kestävyyttä (Backman 2017). Kyseinen testikonsepti ei ole julkinen. Testistöä on hieman muokattu Backmanin ajoilta ja sen kehittäminen jatkuu edelleen. Kaikki testit tehdään yhden päivänä aikana, mihin vaikuttaa ryhmäkoot ja siihen kuinka testataan –osittain myös resurssipulan vuoksi. Tehokkaan testauksen ansiosta leirillä jää enemmän aikaa lajitaitojen kehittämiseen luentoja ja harjoitusten avulla. Nykyisen

konseptin ja testaustavan mukaan on saatu kaikki tarvittava tieto. (Puustinen 2017).

AKK:n leireillä valmentajat analysoivat urheilijoitaan jatkuvasti ja pääominaisuuksien (aerobinen kunto ja lihaskestävyys) lisäksi tarkkailun kohteena on urheilijan nopeus, liikkuvuus ja koordinaatio, mitkä ovat tärkeitä ominaisuuksia autourheilijalle. (Puustinen 2017.)

Salmela (2017) on myös käyttänyt joitakin maksimivoima sekä lihaskestävyys testejä, tämän lisäksi osalle kuskeista tehdään niskalihasten kesto- ja maksivoimatestejä jotka ovat urheilija kohtaiset. Tästä pääsemme myös Pärämäkosken (2017a) tärkeään pointtiin. On tiedettävä, minkälaista voimaa autourheilussa tarvitaan, miltä nivelkulmilta ja mistä asennosta voima tuotetaan, jotta pystyttäisiin testaamaan mahdollisimman lajinomaisesti. Esimerkiksi jarrupolkimen liikerata formuloissa on vain 10—20 mm, kun taas kaasupolkimen liikeradassa on enemmän eroja, mikä huomioi kuljettajien yksilölliset erot ja mieltymykset (pitempi, lyhyempi) sekä tiimien omat säädökset (MTV Sport 2016). Mikä testi korreloisi ajossa tapahtuvaa jarrutusta?

#### 6.4 Maksimaalinen hapenottokyky (Vo2max)

Fyysisen kunnan osa-alueista kestävyyskunto on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista – Backman (2017) kertoi. Myös Pärämäkoski (2017a) vakuutti peruskestävyyskunnan olevan avain yhdessä erinomaisen aerobisen aineenvaihdunnan kanssa mahdollisuuden menestykselle.

Maksimikestävyys kuvaa suoritustehoaluetta anaerobisesta kynnystehosta maksimaalisen aerobiseen suoritustehoon asti. Suoritustehoon vaikuttavat maksimaalinen hapenottokyky (Vo2max), hermolihasjärjestelmän suorituskyykyisyys ja suorituksen taloudellisuus. Vo2maxiin vaikuttavat iän, sukupuolen, työtä tekevien lihasten määrä, testin kuormitusmalli, kesto ja harjoittelun lisäksi lihasten kyky käyttää happea energiantuotantoon sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihassolujen kyky kuljettaa happea lihassoluihin. Kehon paino vaikuttaa Vo2maxiin, sen vuoksi tulos ilmoitetaan myös suhteutettuna kehon painoon ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). (Aarresola & Lämsä 2016, 53.)

Testin tavoitteena on saada selville muun muassa testattavan maksimaalinen hapenottokyky, sekä laktaattimittauksilla tarkat peruskestävyys (PK), vauhtikestävyys (VK) ja maksimikestävyys (MK) sykerajat eli niin sanotut kynnykset (anaerobinen/aerobinen). AKK:lla Puustinen (2017) suorittaa kyseisen testin vanhemmille ja kokeneemmille kuskeille ja nuoremmille lajista ja tilasta riippuen Cooper- tai viivajuoksutestin. Testistä on saatu riittävästi tietoa kansallisen tason kuskeille ainakin.

Autourheilijalle soveltuvin kestävyystestin kuormitustapa on soutuergometritesti Backmanin tutkimuksen (2005) mukaan. On kuitenkin huomioitava se, millä tavoin testattava on harjoittanut kestävyyskuntoa. Eli jos testattava on pyöräillyt enemmän kuin juossut, testataan Vo2max polkupyöräergometritestillä. Vastaa- vasti jos on juossut enemmän kuin pyöräillyt on juoksumatolla tehtävä testi perusteltua (Backman 2017). Pärämäkoski (2017a) pohti myös kuinka kynnysten määrittäminen tulisi tehdä, osoittautui se hieman haasteelliseksi, koska ajamalla sellaista keinoä ei vielä ole. Kynnysten määrittämisen on tärkeää, mutta tehdäänkö se sitten soutamalla, pyörällä tai juosten on vaikea sanoa. Kuitenkin suurin on kuskeista käyttää perinteistä (polkupyöräergometri) Vo2max testiä, koska sillä on monta hyvää yleiskäytännöllistä hyötyä, kirjoitti Salmela (2017).

## 6.5 Palautumisen seuranta

Se mikä autourheilussa vielä korostuu, on kuormituksen seuranta muistuttaa Pärämäkoski (2017a). Laji rasittaa hermostoa todella paljon eikä jatkuva matkustaminen helpota palautumista. Matkustaminen tuo lisä haastetta riittävään palautumiseen. Hän kehottaakin käyttämään enemmän kuin yhtä teknologian apulaitetta palautumisen ja kuormituksen seurannassa. Myös Puustinen (2017) kertoo palautumisen vaikeutuvan jatkuvasta matkustelusta ja aikaeroista mikä korostuu etenkin kansainvälisellä tasolla kilpaillessa, silloin palautumisen optimoinnin merkitys kasvaa merkittävästi. Salmela (2017) kertoi käyttävänsä kevennys- ja pudotushyppyjä sekä palautumisen että kehityksen seurannassa.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA OPPIMINEN

### 7.1 Johtopäätökset

Tämän työn avulla voidaan todeta, että autourheilu on fysiologisesti kuormittava urheilulaji, missä tarvitaan liki samaa kuntoa kuin muissakin huippu-urheilulajeissa esimerkiksi jalkapallossa. Fyysisen kunnon taso riippuu siitä missä luokassa kuski ajaa sekä kilpaileeko hän kansallisella vai kansainvälisellä tasolla. Kansainvälisellä tasolla kilpaillessa palautuminen korostuu matkustusmäärän kasvaessa ja mahdollisien aikaerojen vuoksi. Kuljettajan hyvä/huono kunto korostuu ylemmissä luokissa. Tämä johtuu muun muassa nopeuden kasvusta, jolloin G-voimat nousevat.

Alemmissä luokissa ja nuoremmalla iällä kilpaillessa pyritään luomaan kuljettajalle vahva peruskunto ja suorituskyky, jota myöhemmässä vaiheessa on helpompi kehittää jopa F1 -luokkaan asti. Uskon vahvan perus tekemisen riittävän kansainvälisellä tasolla ajamiseen ainakin rallissa ja kartingissa, ainakin silloin kun fysiologisten ominaisuuksien lisäksi huomioidaan ravinto ja psyykkinen valmennus.

Aerobisen kunnon olisi hyvä olla vähintään 60 mmol/kg/min, ettei kuljettajalla kunnon puolesta olisi minkäänlaisia rajoittavia tekijöitä esim. jaksaa tietyissä lämpimissä kisoissa ajaa loppuun asti. Toinen tärkeä ominaisuus on kuljettajan lihaskestävyys. Tämän avulla kuljettaja jaksaa tehdä satoja, jopa tuhansia toistoja kisan aikana väsymättä lisäksi tiettyjen voimaominaisuuksien avulla kuljettaja säilyttää ajoasennon nopeissakin mutkissa ja voimakkaissa jarrutuksissa. Se kuinka kyseisiä ominaisuuksia harjoitetaan, on kenties ammattisalaisuus. Punnitsin asiaa ja mietin haluaisiko jonkin muun lajin valmentaja paljastaa tarkasti kuinka omaa urheilijaa harjoittaa kohti huippua? Eikö kyse ole kuitenkin kilpalajista, missä yritetään tehdä eroja tässä tapauksessa vain osittain fysiikka-valmennuksen avulla.

Lajianalyysin avulla jokainen voi tehdä oman summa sumarumin, mitä kuljettajan laittaa tekemään. On esimerkiksi tiedettävä, millaisia nivelkulmia eri sarjois-

sa käytetään, jotta voidaan testata mahdollisimman lajinomaisella tavalla ja harjoittaa fysiikkaa oikein. Siksi on mahdotonta tarkasti kertoa, kuinka kuskien tulisi treenata. Täytyy muistaa, että olemme jokainen yksilöitä ja se mikä toimii toiselle, ei välttämättä toimi sinulle. Pahimmassa tapauksessa valmiiden mallien mukaan valmentaminen ajaa urheilijan uupumukseen, ylikuntoon tai alisuoriutumaan. Mielestäni aloittelevalla kuljettajalla on vielä helppo tehdä harjoitusohjelma, mutta kuljettajan kehittyessä harjoittelua täytyy muokata henkilökohtaisemmaksi yksilöllisten vahvuuksien ja heikkouksien mukaan.

Testit täytyy valita siten, että ne tukevat harjoittelua, ovat osa harjoittelua ja valitut testit tukevat sekä ohjaavat valmentajaa oikeaan suuntaan niin palautumisen kuin kehityksenkin seurannassa. Lajissa joutuu jatkuvasti havainnoimaan ja reagoimaan erilaisia ärsykkeisiin, jotka ovat hermostollisesti erittäin kuluttavia, mitkä osaltaan nostavat kuljettajan psyykkistä kuormaa. Oikeanlainen palautuminen korostuu myös tämän vuoksi. Testit ja palautumisen seurantaan valittu menetelmä tulisi molempien antaa tarpeellista tietoa harjoittelusta ja palautumisesta. Se käytetäänkö esimerkiksi palautumisen seurannassa Firstbeat vai Omegawave ohjelmaa ei ole tärkeää. Olennaista on muutaman mittarin yhtäaikaista käyttäminen, mikä lisää luotettavuutta suunnan näyttäjänä siitä mitä tapahtuu, mitä on tapahtumassa ja kuinka siihen reagoida.

## 7.2 Tutkimuksen hyödynnettävyys

Työni ei ainoastaan auta minua valmentajana. Lisäämällä seuran (kuljettajien ja taustajoukkojen) tietoa kuljettajan tarvittavista ominaisuuksista, saa se toivottavasti aikaan varhaisemman valmennukseen siirtymisen myös fysiikan osalta. Pidän tärkeänä tuoda asian esille myös liikunta-alalle, sillä uskon etteivät monet valmentajat tiedä kuinka fyysisestä ja haasteellisesta lajista on kyse. Hyödynnän tätä työtä jatkossa ja täydennän sitä itselleni saamieni tietojen ja kokemuksen kertymisen myötä.

Jossakin määrin tämän työn asiat ovat yleistettävissä muihin autourheilun lajeihin kuten F1 -sarjaan ja ralliin. Lajien kesken on monia muuttujia, mutta monia yhtäläisyyksiäkin on kuten hyvä peruskunto. Eroja on kuitenkin moottoreiden

tehokkuudessa (vauhti, G-voimat), kilpailut ovat pitempi kestoisia ja rallissa vaihteleva maasto tuo omat haasteet havainnointi- ja reaktiokyvyille. Kansainvälisellä tasolla pelkkä ajaminen ei riitä, sillä kuljettaja on monessa mediasirkuksessa mukana, joka osaltaan tuo lisähaasteita palautumiselle.

Hienoa tässä työssä on ollut oma puolueettomuus ja neutraali asioiden tarkastelu. En ole omien ennakkoluulojen antanut vaikuttaa tämän työn sisältöön, mikä on keskeisesti osa tieteellisyyden ihannetta. Lisäksi olen huomioinut kaikki asiaankuuluvan tiedon ilman omia mielipiteitäni. Tämä on osittain ollut helppoa, sillä en voi esittää esimerkiksi johtopäätöksissä sellaisia asioita, jotka eivät perustu teoriaan. Pahimmassa tapauksessa tutkijana olisin voinut vaikuttaa teoriaan vääristämällä sitä ja keksimällä johtopäätöksiä sekä ennakkoluulojen perusteella muodostaa teoriaa, näin ei kuitenkaan käynyt.

### 7.3 Oppiminen ja tavoitteen saavuttaminen

Olen saavuttanut liki vuosi sitten asettamani tavoitteen osittain. Selvitin, mitä fysiologisia ominaisuuksia kartingkuljettaja tarvitsee ja pystyin perustelemaan miksi kyseisiä ominaisuuksia lajin kannalta tarvitaan. Tämän avulla olen ymmärtänyt fysiologisten ominaisuuksien tarkoituksen ja luonut melkein kokonaisuuden autourheilijan kokonaisvaltaisessa valmennuksessa. En saanut vahvistettua sitä, kuinka näitä fysiologisia lajiominaisuuksia tulee kehittää lajinomaisesti, tästä syystä en saavuttanut tavoitetta täysin.

Erityisen tyytyväinen olen saamiini haastatteluihin, jotka tuovat aivan uudenlaista arvoa ja luotettavuutta työlleni. Luotettavuutta voidaan arvioida myös vahvistettavuudella eli pystyn aineiston avulla kuvailemaan, kuinka johtopäätöksiin on päästy. Koen työni jopa merkittäväksi etenkin itselleni ja pienelle karting seuralle. Sain haastatteluita aiemmin kuninkuusluokassa (F1) työskennelleeltä fysiikkavalmentajalta Pärmäkoskelta ja nykyisin samassa sarjassa työskentelevältä fysiikkavalmentajalta Salmelalta. Luotettavuutta lisäsi kotimaassa toimiva valmentaja Puustinen, joka tekee erinomaista työtä kansallisella ja kansainvälisellä tasolla.

Teoriaa sain lähtökohtaan nähden melko kattavasti, vaikka kaikilta osin en käytännön tasolle päässyt. Mielestäni osasin kuitenkin antaa käytännöntason esimerkkejä siitä, kuinka teoria näkyy käytännössä. Esitin nuo asiat johtopäätöksissä, mikä nostaa luotettavuutta, sillä se mitä johtopäätöksissä esitetään, tulee perustua vahvistettavaan tietoon. Tavoitteen saavuttamisesta nousee myös jatkotutkimus ideaksi toiminnallinen opinnäytetyö; miten teoriaa sovelletaan käytännössä ja kuinka valitut menetelmät voidaan perustella. Tässä työssä ei myöskään keskitytty lajissa tärkeään ominaisuuteen reagointiin ja nopeuteen. Kuinka merkittävä ominaisuus reagointi ja nopeus ovat, kuinka kehität näitä ominaisuuksia lajinomaisella tavalla? Yksi voisi olla testauksellinen tutkimus; kumpi VO<sub>2</sub>max testauksista on lajinomaisin polkupyörä- vai soutuergometritesti?

Prosessi opetti minulle paljon. Fysiikkavalmentajan täytyy huomioida kokonaisuus ja ymmärrettävä mitkä kaikki asiat kuljettajaa rasittaa ajon aikana. Kuljettajaa ei voi valmentaa ainoastaan liikuntatieteellisesti vaan valmentajan on ymmärrettävä lajistakin oleelliset asiat kuten G-voimat, kuumuus ja värinä. Eli mitkä asiat ja vaikuttavat kuljettajan väsymiseen ajon aikana ja kuinka väsymistä voidaan ehkäistä fysiologisesti?

Onnistuin tekemään tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen eettisiä periaatteita noudattaen. Huomioin kaikki relevantit teokset, enkä plagioinut tai soveltanut tutkimustietoa vääristämällä sitä alkuperäisestä tutkijan antamasta tiedosta. Opin merkkamaan lähdeviitteet ja merkinnät kuten kuuluu, jotta alkuperäisiä tutkimuksia ja artikkeleita pystyisi muutkin lukemaan. Kunnioitin haastateltavia enkä ole loukannut ihmisarvoa haastatteluissa ja käytin tietoa eettisten vaatimusten mukaisesti (rehellisyys, tunnollisuus). Olen noudattanut osaltani erillisiä toiveita, joita osa haastateltavista pyysi. Pidän yhteydenottoja (sähköpostit, puhelut, viestit) henkilökohtaisena viestinä minulle, enkä sen vuoksi halua liittää niitä tähän työhön. Sain julkaisematonta materiaalia, joka oli tarkoitettu vain minulle. En ole käyttänyt tietoa väärin enkä julkaissut siitä mitään sovitusta poiketen.



Tiedonhaku menetelmäni parani merkittävästi. Nyt osaan hakea tietoa erilaisilla tavoilla ja eri lähteistä sillä tiedän, minkälaisia hakulauseita minun kannattaa muodostaa ja miten. Opin jonkin verran myös eri tutkimusmenetelmistä, eniten tietysti valitsemastani systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta. Poikkeuksellisesti menetelmä valikoitua vasta ensimmäisten tiedonhakujen jälkeen, koska en aluksi tiennyt mitä voisin ja mitä minun kannattaisi tehdä tiedon määrän vähäisyyden vuoksi. Osaksi tähän vaikutti myös oma tietämättömyys menetelmistä, jotka soveltuisivat parhaiten tähän aiheeseen.

Suosittelen lämpimästi tekemään lopputyön sellaisesta aiheesta mistä todella on kiinnostunut, sillä työn tekemiseen kuluu aikaa etenkin jos tietoa pitää hake-malla hakea. Olisi ikävää kirjoittaa sellaisesta aiheesta liki vuosi, josta ei ole aidosti kiinnostunut. Toivon, että työni herätti ajatuksia liikunta-alalla ja lisäsi tietoa moottoriurheilun fyysisen kunnon merkityksestä. Erityisesti toivon, että seurat hyödyntävät työtäni jakamalla tietoa fyysisenvalmennuksen merkityk-sestä ajosuoritukseen. Tällä tavoin kuljettajalupausten haaveet eivät jäisi fyysiikasta kiinni. *''Minimize risk with the right physic'' RP*

## LÄHTEET

Aarresola, O. & Lämsä, J. 2016. Urheilijan toimintaympäristö. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy, 44–53.

Akk-Motorsport Ry 2017. Lajit karting. Viitattu 10.6.2017 <https://www.autourheilu.fi/lajit/karting/>.

Anderson, G. 2018. F1 can do more to solve driver weight issue. MOTOR-SPORT NETWORK.

Backman, J. 2005. Acute neuromuscular responses to car racing. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologia. Pro gradu -tutkielma.

Backman, J., Häkkinen, K., Ylinen, J., Häkkinen, A. & Kyröläinen, H. 2005. Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drives. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(4), 777–784. Viitattu 7.8.2017 <http://dx.doi.org/10.1519/R-16544.1>.

Backman, J. 2017. AKK-Motorsport Ry. Neste Rallin promoottori. Kesä-elokuu, 2017.

Beaune, B. & Durand, S. 2011. Cardiac chronotropic adaptation to open-wheel racecar driving in young pilots. *International Journal of Performance Analysis in Sport. Br J Sports Med* 40:906–911. Viitattu 23.1.2018 <http://10.1136/bjism.2006.025783>.

Baur, H., Müller, S., Hirschmüller, A., Huber, G. & Mayer, F. 2006. Reactivity, stability and strength performance capacity in motor sports.

Borg, P. 2016. Kehon koostumuksen arviointi. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-kustannus Oy, 174–175.

Diniz Sanhes, J. 2007. Karting ajajan käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

FIA 2015. Karting technical regulations. Viitattu 10.6.2017 <https://www.fia.com/file/26751/download/10015?token=B2K88evX>.

Hints, A. 2016. UBS thought leadership session: Rethinking success. The brain forum. Viitattu 12.10.2017 <https://www.youtube.com/watch?v=WDSnNRwfV4E>.

Holodny, E. 2014. Formula One Drivers Do Highly Specific Exercises To Keep Death At Bay. Business insider. Viitattu 14.12.2017 <http://www.businessinsider.com/formula-one-driver-workout-2014-7?IR=T>.

Kajaanin Ammattikorkeakoulu 2018. Opinnäytetyöpankki. Viitattu 13.2.2018 <http://193.167.122.14/Opari/ontTukiKeruuHaastattelu.aspx>.

Karting lajisäännöt, 2018. Viitattu 24.1.2018 [https://www.autourheilu.fi/site/assets/files/1930/sk\\_2018\\_karting.pdf](https://www.autourheilu.fi/site/assets/files/1930/sk_2018_karting.pdf).

Kartingliitto 40-vuotta 2017. Viitattu 19.07.2017 <http://www.kartingliitto.com/tiedostot/kartingliitto-40v.pdf>.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Tammer-paino oy.

Kustannus Oy Duodecim 2017. Hengityslihakset. Viitattu 29.6.2017 [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt01105&p\\_hakusana=hengityslihakset](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt01105&p_hakusana=hengityslihakset).

Laine, T., Kalaja, S. & Mero, A. 2016. Lasten ja nuorten kasvu ja kehitys sekä niiden yhteys fyysiseen suorituskyykyyn. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy, 61—87.

Moottoriruheilu.tv 2016. Suomi säilytti maineensa maailman nopeimpana kansana. Viitattu 9.6.2017. <https://www.moottoriruheilu.tv/suomi-sailytti-maineensa-maailman-nopeimpana-kansana/>.

MTV Sport 2016. Kuinka pitkä on F1-auton polkimen liike? Bottas vastaa. Formulafakta. Viitattu 13.12.2017 <https://www.mtv.fi/sport/f1/uutinen/artikkeli/formulafakta-kuinka-pitka-on-f1-auton-polkimen-liike-bottas-vastaa/5894742#gs.Wrm1mkc>.

Nummela, A. 2016. Kestävyysharjoittelu. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-kustannus Oy, 272—283.

Puustinen, T. 2017. AKK-Motorsport. Fysiikka-, ravinto- ja mentaalivalmentaja. Kesä ja syksy 2017.

Pärmäkoski, T. 2017a. Fysiikkavalmentaja. Syksyllä 2017.

Pärmäkoski, T. 2017b. Fysiikkavalmentaja. Syksyllä 2017.

Raschner, C., Platzer, H-P. & Patterson, C. 2013. Physical characteristics of experienced and junior open-wheel car drivers. Journal of Sports Sciences Vol. 31. No. 1, 58–65. Viitattu 5.6.2017 <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.720703>.

RMC Finland, 2018. Viitattu 24.1.2018 <http://www.rmcf Finland.net/luokat.html>.

Ruutulippu, 2009. KartingClub. Viitattu 24.1.2018  
[https://www.youtube.com/watch?v=Rm0W1\\_NasjQ](https://www.youtube.com/watch?v=Rm0W1_NasjQ).

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan Yliopiston julkaisuja. Viitattu 5.12.2017. [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf).

Salmela, P. 2017. Hintsa Performance. Senior performance coach. 6.12.2017

SuomiF1 2018. Viitattu 24.1.2018 F1-kuskeille helpottavia uutisia – kuljettajien painolla ei ole jatkossa merkitystä.

Suomen kartingradat 2017. Viitattu 10.6.2017  
[https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1-kzQBgyWsVB09vvWrNotRChcivQ&hl=en\\_US&ll=63.54217506211133%2C25.12546550000002&z=5](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1-kzQBgyWsVB09vvWrNotRChcivQ&hl=en_US&ll=63.54217506211133%2C25.12546550000002&z=5).

The National Museum of American history 2017. Racing Go-kart. Viitattu 8.6.2017. [http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah\\_740813](http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_740813).

Tieteen termipankki 2017. Objektiivisuus. Viitattu 5.12.2017  
<http://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:objektiivisuus>.

Urheilugaala 2018. Viitattu 23.1.2018  
<https://urheilugaala.fi/sykahdyttavin/?ref=ugmain>.

WORD racing 2017. Viitattu 12.6.2017 <https://www.wordracing.com/how-to-get-started-in-kart-racing.htm>.

Yamakoshi, T., Matsumura, K., Yamakoshi, Y., Hirose, H. & Rolfe, P 2010. European Journal of Sport Science. Physiological measurements and analyses in motorsports: a preliminary study in racing kart athletes. Viitattu kesällä 2017  
<https://doi.org/10.1080/17461391003699112>.